

ÁP SUẤT VÀ ĐỘNG NĂNG PHÂN TỬ

CHẤT KHÍ



Fanpage Live: <https://www.facebook.com/vuihocvn.thpt>



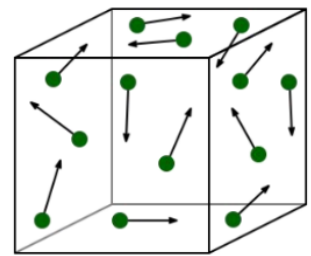
Đăng ký khóa học: <http://vuihoc.vn/thpt>

I. TÓM TẮT KIẾN THỨC

1. Phương trình cơ bản của thuyết động học phân tử khí lí tưởng

1.1. Trường hợp 1: Khí lí tưởng cùng loại phân tử

- Xét một bình chứa có cạnh a chứa khí lí tưởng cùng loại không chịu tác dụng của ngoại lực bên ngoài.
 - + Do chuyển động nhiệt nên các phân tử chuyển động hỗn loạn va chạm với thành bình gây ra một áp suất gọi là áp suất khí lí tưởng.
 - + Giả thiết số phân tử chứa trong bình kín bằng N_0 .
 - + Do chuyển động nhiệt nên số phân tử chuyển động tới đập vào mỗi thành bình là như nhau và bằng $\frac{N_0}{6}$.
- Gọi \vec{F} là tổng hợp lực do N phân tử gây ra.



Áp suất của hệ khí theo mọi phương: $p = \frac{F}{S} = \frac{N \cdot f}{S}$

Trong đó \vec{f} là lực do một phân tử khí tác dụng lên thành bình S .

• Tìm N :

- Gọi Δt là thời gian để phân tử đi được quãng đường bằng chiều dài a của bình chứa thì ta sẽ có $a = v\Delta t$ và thể tích bình chứa được tính là $V = aS = (v\Delta t)S$

Vì mật độ phân bố đều của hệ khí được tính là $\mu = \frac{N_0}{V}$ nên:

$$N_0 = \mu V = \mu v \Delta t S \Rightarrow N = \frac{N_0}{6} = \frac{\mu v \Delta t S}{6}$$

• Tìm f :

- Để tìm f ta áp dụng định lí về động lượng và định luật III Newton cho chuyển động của

mỗi phân tử khí va chạm vào thành bình.

+ Do va chạm của phân tử khí lí tưởng với thành bình là va chạm đàn hồi, nên khi một phân tử có vận tốc v đập vào thành bình thì sẽ bị phản xạ ngược lại với vận tốc $-v$.

+ Biến thiên động lượng của phân tử: $\Delta \vec{p} = m(-\vec{v}) - m\vec{v} = -2m\vec{v}$

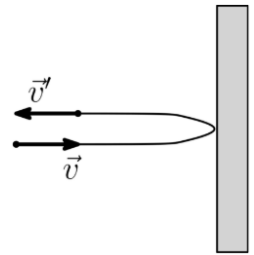
+ Theo định luật II Newton tổng quát: $\vec{f}' = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{-2m\vec{v}}{\Delta t}$

+ Theo định luật III Newton: $\vec{f} = -\vec{f}' \Rightarrow \vec{f} = -\vec{f}' = \frac{2m\vec{v}}{\Delta t}$

$$\text{Vậy } p = \frac{Nf}{S} = \frac{\mu v \Delta t S}{6} \cdot \frac{2mv}{\Delta t} \cdot \frac{1}{S} = \frac{1}{3} \mu m v^2$$

- Trong thực tế các phân tử có vận tốc khác nhau, nên ta thường dùng vận tốc bình

$$\text{phương trung bình: } \overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2}{n} \Rightarrow p = \frac{1}{3} \mu m \overline{v^2} = \frac{2}{3} \mu \overline{W_d}$$



1.2. Trường hợp 2: Hỗn hợp khí lí tưởng

- Nếu hỗn hợp gồm k loại khí với mật độ $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$

$$\Rightarrow p = \frac{2}{3} \mu_1 \overline{W_d} + \frac{2}{3} \mu_2 \overline{W_d} + \dots + \frac{2}{3} \mu_k \overline{W_d} = p_1 + p_2 + \dots + p_k \quad (\text{Định luật Dalton})$$

2. Động năng tịnh tiến trung bình của phân tử khí

- Xét n mol khí: $pV = nRT \Leftrightarrow p = \frac{nRT}{V}$

$$\text{Mặt khác: } p = \frac{2}{3} \mu \overline{W_d} \Rightarrow \frac{2}{3} \mu \overline{W_d} = \frac{nRT}{V} \Leftrightarrow \overline{W_d} = \frac{3}{2} \frac{nRT}{\mu V}$$

$$\text{Mà } n = \frac{N}{N_A} = \frac{\mu V}{N_A} \Leftrightarrow \frac{n}{\mu V} = \frac{1}{N_A} \Rightarrow \overline{W_d} = \frac{3}{2} \frac{RT}{N_A} = \frac{3}{2} kT$$

Với $k = \frac{R}{N_A} = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ là hằng số Boltzmann.

3. Vận tốc căn quân phương

$$\overline{W_d} = \frac{3}{2} kT = \frac{1}{2} m \overline{v^2} \Leftrightarrow \overline{v^2} = \frac{3}{m} kT = \frac{3RT}{mN_A} = \frac{3RT}{M} \quad (\text{Vì } m = \frac{M}{N_A} \Leftrightarrow M = m \cdot N_A)$$

$$\Rightarrow \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

4. Áp suất khí lên thành bình

$$\left. \begin{aligned} p &= \frac{nRT}{V} \Leftrightarrow RT = \frac{pV}{n} \\ \overline{v^2} &= \frac{3RT}{M} \Leftrightarrow RT = \frac{\overline{v^2} M}{3} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{pV}{n} = \frac{\overline{v^2} M}{3} \Leftrightarrow p = \frac{1}{3} \frac{nM}{V} \overline{v^2} = \frac{1}{3} D \overline{v^2}$$

5. Mật độ phân tử

$$p = \frac{2}{3} \mu \overline{W_d} = \frac{2}{3} \mu \frac{3}{2} kT \Leftrightarrow \mu = \frac{p}{kT}$$

II. CÁC DẠNG BÀI TẬP

PHẦN 1. Câu trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn. Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 10.

Mỗi câu hỏi thí sinh chỉ chọn một phương án.

Câu 1: Chọn câu **sai**. Sở dĩ chất khí gây áp suất lên thành bình là vì

- A. các phân tử khí trong thành bình chuyển động hoàn toàn có trật tự.
- B. khi va chạm tới thành bình, các phân tử khí bị phản xạ và truyền động lượng cho thành bình.
- C. mỗi phân tử khí tác dụng lên thành bình một lực rất nhỏ, nhưng vô số phân tử khí cùng tác dụng lên thành bình sẽ gây ra một lực tác dụng đáng kể.
- D. lực của phân tử khí tạo ra áp suất chất khí lên thành bình.

Câu 2: Chọn câu **sai**. Với một lượng khí không đổi, áp suất chất khí càng lớn khi

- A. thể tích của khí càng nhỏ.
- B. mật độ phân tử chất khí càng lớn.
- C. nhiệt độ của khí càng cao.
- D. thể tích của khí càng lớn.

Câu 3: Động năng trung bình của phân tử khí phụ thuộc vào

- A. bản chất chất khí.
- B. áp suất chất khí.
- C. mật độ phân tử khí.
- D. nhiệt độ của khối khí.

Câu 4: Khi một khối khí được cung cấp nhiệt trong một bình kín, áp suất trong bình tăng lên.

Điều nào sau đây mô tả đúng nhất lí do của việc gia tăng áp suất?

- A. Động năng trung bình của các phân tử khí giảm.
- B. Thế năng của khối khí tăng.

C. Động năng trung bình của các phân tử khí tăng.

D. Thế năng của khối khí giảm.

Câu 5: Cho 4 phát biểu sau đây, phát biểu nào đúng?

(1) Áp suất chất khí tác dụng lên thành bình càng lớn khi càng có nhiều phân tử cùng tác dụng lên một đơn vị diện tích thành bình.

(2) Số các phân tử khí tác dụng lên một đơn vị diện tích thành bình phụ thuộc vào số phân tử khí có trong một đơn vị thể tích, nghĩa là phụ thuộc vào mật độ phân tử khí.

(3) Với một lượng khí nhất định thì mật độ khí tỉ lệ nghịch với thể tích khí.

(4) Áp suất của chất khí tác dụng lên thành bình tỉ lệ nghịch với thể tích V.

A. Chỉ (1) và (3). B. Chỉ (2) và (3). C. Chỉ (1) và (4). D. (1), (2), (3) và (4).

Câu 6: Đối với khí lí tưởng, động năng trung bình của phân tử tỉ lệ thuận với

A. nhiệt độ tuyệt đối. B. áp suất. C. thể tích. D. khối lượng.

Câu 7: Một khối khí lí tưởng có các thông số trạng thái là p , V , T . Mật độ phân tử khí là

A. kT . B. $\frac{p}{kT}$. C. $\frac{k}{pT}$. D. $\frac{pk}{T}$.

Câu 8: Căn bậc hai của trung bình bình phương tốc độ phân tử của một lượng khí lí tưởng là

$v = \sqrt{\frac{-2}{v}}$. Nếu nhiệt độ của lượng khí tăng gấp đôi thì giá trị này là

A. v . B. $\sqrt{2}v$. C. $2v$. D. $v\sqrt{2}$.

Câu 9: Ở một độ cao so với mặt đất thì áp suất không khí vào khoảng 30,6 kPa; còn nhiệt độ là 230 K. Lấy hằng số Boltzmann là $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$. Mật độ phân tử của không khí tại độ cao đó gần giá trị nào nhất sau đây?

A. $9,6 \cdot 10^{24}$ phân tử/ m^3 . B. $5,8 \cdot 10^{24}$ phân tử/ m^3 .

C. $7,6 \cdot 10^{24}$ phân tử/ m^3 . D. $7,2 \cdot 10^{24}$ phân tử/ m^3 .

Câu 10: Khối lượng riêng của một chất khí bằng $6 \cdot 10^{-2} \text{ kg/m}^3$, vận tốc căn quân phương của chúng là 500 m/s. Lấy hằng số Boltzmann là $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$. Áp suất mà khí đó tác dụng lên thành bình là

A. 10 Pa.

B. 10^4 Pa.C. 10 N/m^2 .D. $5 \cdot 10^3$ Pa.

PHẦN 2. Câu trắc nghiệm đúng sai. Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 4. Trong mỗi ý a), b), c), d) ở mỗi câu, thí sinh chọn Đúng hoặc Sai.

Câu 1: Khi xây dựng công thức tính áp suất chất khí từ mô hình động học phân tử khí, cho các phát biểu sau:

- a) Giữa hai va chạm với thành bình, phân tử khí chuyển động thẳng đều.
- b) Trong thời gian giữa hai va chạm liên tiếp với thành bình, động lượng của phân tử khí thay đổi một lượng bằng tích khối lượng phân tử và tốc độ trung bình của nó.
- c) Lực gây ra sự thay đổi động lượng của phân tử khí là lực do phân tử khí tác dụng lên thành bình.
- d) Các phân tử khí chuyển động không có phương ưu tiên, số phân tử đến va chạm với các mặt của thành bình trong mỗi giây là như nhau.

Câu 2: Cho các phát biểu sau đây về một lượng khí lí tưởng xác định:

- a) Áp suất của khí được tăng lên bằng cách làm tăng nhiệt độ ở thể tích không đổi, tương ứng động năng trung bình của các phân tử đã tăng theo sự tăng nhiệt độ.
- b) Khi giữ nhiệt độ không đổi, dù thể tích tăng, áp suất giảm nhưng động năng trung bình của các phân tử vẫn không thay đổi.
- c) Khi tốc độ của mỗi phân tử tăng lên gấp đôi, áp suất cũng tăng lên gấp đôi.
- d) Khi khối khí giảm nhiệt độ, tương ứng động năng trung bình của các phân tử khí cũng giảm nhưng giảm chậm hơn sự giảm nhiệt độ.

Câu 3: Khí Helium đựng trong bình kín ở 27°C , áp suất 10^5 N/m^2 . Đun nóng để tăng nhiệt độ khí lên 127°C . Cho hằng số Boltzmann là $1,38 \cdot 10^{-23}\text{ J/K}$; hằng số khí lí tưởng $R = 8,31\text{ J/molK}$ và khối lượng mol của nguyên tử Helium là $M = 4\text{ g/mol}$.

- a) Nội năng của các khối khí không thay đổi.
- b) Áp suất của khí ở trạng thái sau là $3 \cdot 10^5\text{ Pa}$.
- c) Tốc độ căn quân phương của nguyên tử ở trạng thái đầu là 1579 m/s .
- d) Động năng trung bình của phân tử khí ở trạng thái đầu là $6,21 \cdot 10^{-21}\text{ J}$.

Câu 4: Một chiếc xe tải vượt qua sa mạc Sahara. Chuyển đi bắt đầu vào sáng sớm khi nhiệt độ là $3,0^{\circ}\text{C}$. Thể tích khí chứa trong mỗi lốp xe là $1,50\text{m}^3$ và áp suất trong các lốp xe là $3,42 \cdot 10^5 \text{Pa}$. Coi khí trong lốp xe có nhiệt độ như ngoài trời, không thoát ra ngoài và thể tích lốp không thay đổi. Đến giữa trưa, nhiệt độ tăng lên đến 42°C . Cho hằng số Boltzmann là $1,38 \cdot 10^{-23} \text{J/K}$.

a) Các phân tử khí trong lốp xe chuyển động liên tục và va chạm với thành lốp xe gây ra áp suất lên thành lốp.

b) Trong mỗi lốp xe có 164 mol khí.

c) Khi đến giữa trưa, áp suất trong lốp là $3,9 \cdot 10^5 \text{Pa}$.

d) Từ sáng sớm cho đến giữa trưa, độ tăng động năng tịnh tiến trung bình của một phân tử không khí là $9,5 \cdot 10^{-21} \text{J}$.

PHẦN 3. Câu trắc nghiệm trả lời ngắn. Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 6.

Câu 1: Ở nhiệt độ phòng và áp suất 10^5Pa , không khí có khối lượng riêng khoảng $1,29 \text{kg/m}^3$. Xác định giá trị trung bình của bình phương tốc độ các phân tử không khí (lấy đơn vị 10^4m/s và làm tròn kết quả đến hàng đơn vị).

Câu 2: Để động năng tịnh tiến trung bình của các phân tử khí bằng $1,0 \text{eV}$ thì nhiệt độ của khối khí đó bằng bao nhiêu K (làm tròn đến hàng đơn vị)? Lấy $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$. Cho hằng số Boltzmann là $1,38 \cdot 10^{-23} \text{J/K}$.

Câu 3: Một bình dung tích $7,5 \text{lít}$ chứa 24g khí oxygen ở áp suất $2,5 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$. Tính động năng tịnh tiến trung bình của các phân tử khí ôxi (lấy đơn vị 10^{-21}J và làm tròn đến hàng đơn vị). Cho hằng số Boltzmann là $1,38 \cdot 10^{-23} \text{J/K}$; hằng số khí lí tưởng $R = 8,31 \text{J/molK}$ và khối lượng mol của phân tử khí oxygen là 32g/mol .

Câu 4. Xét khối khí chứa trong một bình kín, biết mật độ động năng phân tử (tổng động năng tịnh tiến trung bình của các phân tử khí trong 1m^3 thể tích khí) có giá trị 10^{-4}J/m^3 . Tính áp suất của khí trong bình (lấy đơn vị 10^{-5}Pa và làm tròn đến 2 chữ số sau dấu phẩy thập phân)

Câu 5. Một chất khí mà các phân tử có tốc độ trung bình là 1760m/s ở 0°C . Tốc độ trung bình của các phân tử khí này ở nhiệt độ 1000°C bằng bao nhiêu km/s (làm tròn đến 1 chữ số sau dấu thập phân)?

Câu 6. Một hỗn hợp khí helium và argon ở áp suất $p = 152.10^3 \text{ N/m}^2$ và nhiệt độ $T = 300 \text{ K}$, khối lượng riêng $D = 2 \text{ kg/m}^3$. Mật độ phân tử helium trong hỗn hợp bằng bao nhiêu? (lấy đơn vị 10^{23} phân tử/ m^3 và làm tròn đến hàng đơn vị). Biết khối lượng mol của nguyên tử Helium là 4 và của Argon là 40.